

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number : 61-267273

(43) Date of publication of application : 26.11.1986

(51) Int.Cl. H01M 8/06
H01M 8/04

(21) Application number : 60-108362 (71) Applicant : HITACHI LTD
HITACHI ENG CO LTD

(22) Date of filing : 22.05.1985 (72) Inventor : NOGUCHI YOSHIKI

HATTORI YOICHI

SUGITA NARIHISA

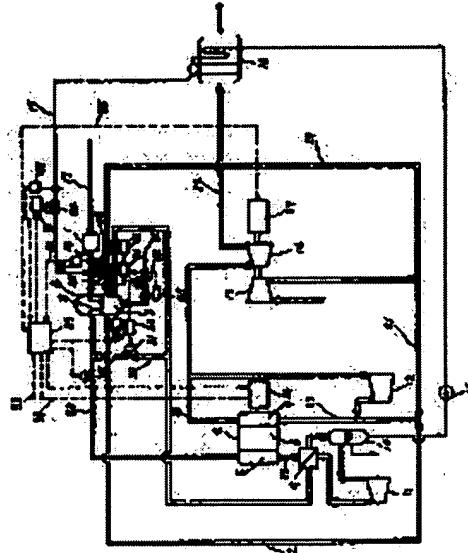
TAKAHASHI MASAHIRO

(54) CONTROL METHOD FOR POWER GENERATION PLANT OF FUEL CELL AND ITS APPARATUS

(57) Abstract:

PURPOSE: To enhance the heat efficiency of a fuel cell power plant and lengthen the life of the catalyst of a reformer, by detecting the temperature of the burning or reforming section of the reformer to control the by-pass flow rate of the exhaust gas of a positive electrode to regulate the quantity of the exhaust gas supplied to the burning section of the reformer.

CONSTITUTION: The temperature of the burning section 32 of a reformer 4, which is detected by a thermometer 32, or a feed-forward control signal is applied to a reformer temperature controller 38 to regulate the degree of opening of each of an auxiliary fuel flow rate control valve 42 and a by-pass flow rate control valve 31. A line 30 by bypassing the exhaust gas



25 of a positive electrode from the inlet port of the burning section 3 of the reformer to the fuel gas outlet port of the reformer 4, and the positive electrode exhaust gas by-pass flow rate control valve 31 are provided so that an excess portion of the positive electrode exhaust gas supplied to the burning section 3 of the reformer 4 is recycled to a fuel gas to control the

temperature of the reformer

LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

⑯日本国特許庁(JP)

⑪特許出願公開

⑫公開特許公報(A)

昭61-267273

⑬Int.Cl.⁴

H 01 M 8/06
8/04

識別記号

庁内整理番号

R-7623-5H
Z-7623-5H

⑭公開 昭和61年(1986)11月26日

審査請求 未請求 発明の数 4 (全8頁)

⑮発明の名称 燃料電池発電プラント制御方法及び装置

⑯特願 昭60-108362

⑰出願 昭60(1985)5月22日

⑱発明者 野口 芳樹 東京都千代田区神田駿河台4丁目6番地 株式会社日立製作所内

⑲発明者 服部 洋市 日立市幸町3丁目2番1号 日立エンジニアリング株式会社内

⑳発明者 杉田 成久 土浦市神立町502番地 株式会社日立製作所機械研究所内

㉑発明者 高橋 正治 東京都千代田区神田駿河台4丁目6番地 株式会社日立製作所内

㉒出願人 株式会社日立製作所 東京都千代田区神田駿河台4丁目6番地

㉓出願人 日立エンジニアリング
株式会社 東立市幸町3丁目2番1号

㉔代理人 弁理士 秋本 正実

明細書

発明の名称 燃料電池発電プラント制御方法及び装置

特許請求の範囲

1. 原料ガスを水蒸気改質して水素燃料ガスを生成する改質器と、該改質器から得られる水素燃料ガスを燃料とする燃料電池と、該燃料電池のアノード排ガスを上記改質器の燃料として再利用する系統と、より成る燃料電池発電プラントにおいて、

改質器燃焼部の温度を予め定めた温度にさせておく、上記系統の再利用アノード排ガス量を制御する燃料電池発電プラントの制御方法。

2. 上記予め定めた温度は負荷急変時でない定常運転時に定まる温度であつて、且つ該定めた温度と改質器燃焼部の検出温度との偏差が零になる方向で上記アノード排ガス量の制御を行うこととした特許請求の範囲第1項記載の燃料電池発電プラント制御方法。

3. 上記予め定めた温度は負荷急変時に定まる温度であつて、且つ該定めた温度になるべくフィー

ドフォーワード制御により上記アノード排ガス量の制御を行うこととした特許請求の範囲第1項記載の燃料電池発電プラント制御方法。

4. 原料ガスを水蒸気改質して水素燃料ガスを生成する改質器と、該改質器から得られる水素燃料ガスを燃料とする燃料電池と、該燃料電池のアノード排ガスを上記改質器の燃料として再利用する第1の系統と、より成る燃料電池発電プラントにおいて、

該第1の系統のアノード排ガスの一部を改質器の燃料ガス出口へバイパス再循環する第2の系統と、改質器の燃焼部の温度を検出する検出器と、予め設定された改質器燃焼部の設定温度と上記検出温度との偏差に従つて該偏差を零にする方向で上記第2の系統に流れるアノード排ガスを制御する制御手段と、より成る燃料電池発電プラント制御装置。

5. 原料ガスを水蒸気改質して水素燃料ガスを生成する改質器と、該改質器から得られる水素燃料ガスを燃料とする燃料電池と、該燃料電池のアノ

ード排ガスを上記改質器の燃料として再利用する第1の系統と、より成る燃料電池発電プラントにおいて、

該第1の系統のアノード排ガスの一部を改質器の原料ガス入口へバイパスする第2の系統と、改質器の燃焼部の温度を検出する検出器と、予め設定された改質器燃焼部の設定温度と上記検出温度との偏差に従つて該偏差を零にする方向で上記第2の系統に流れるアノード排ガスを制御する制御手段と、より成る燃料電池発電プラント制御装置。

6. 原料ガスを水蒸気改質して水素燃料ガスを生成する改質器と、該改質器から得られる水素燃料ガスを燃料とする燃料電池と、該燃料電池のアノード排ガスを上記改質器の燃料として再利用する第1の系統と、より成る燃料電池発電プラントにおいて、

該第1の系統のアノード排ガスの一部をガススターピンの燃料器へバイパスする第2の系統と、改質器の燃焼部の温度を検出する検出器と、予め設定された改質器燃焼部の設定温度と上記検出温度

(3)

為、たとえば負荷増加時は改質器の温度が低下し、又、負荷減少時は改質器の温度が上昇するという問題がある。

この対策の一つとして、上記特開昭57-212779号に、改質器に常時補助燃料を供給し、さらにアノード排ガス排出ラインを設ける方法が提案されている。この方法は、負荷変化率の小さい領域では改質器に常時供給している補助燃料の流量を調整することによつて改質器の温度を制御し、又、負荷急減時には、アノード排ガスを排出ラインより外部へ逃がすことによつて改質器の温度を制御している。

ところが、この方法では改質器へアノード排ガスの他に補助燃料を常時供給している為、補助燃料を使用しない場合に比べてプラント熱効率が低く、又、プラント負荷急減時にはアノード排ガスを外部へ逃がしている為、プラント熱効率が低下し、さらに排ガス処理装置が必要になるという欠点があつた。

〔発明の目的〕

(5)

との偏差に従つて該偏差を零にする方向で上記第2の系統に流れるアノード排ガスを制御する制御手段と、より成る燃料電池発電プラント制御装置。

〔発明の詳細な説明〕

本発明は、原料ガス、たとえば天然ガスを水蒸気改質して水素燃料ガスを生成する改質器と、改質器から得られる水素燃料ガスを燃料とする燃料電池を備え、燃料電池のアノード排ガスを改質器の燃料として利用する燃料電池発電プラントの制御方法及び装置に関する。

〔発明の背景〕

本発明に最も近い公知例として、特開昭57-212779号公報がある。

燃料電池発電プラントは、現在種々の研究開発改良がなされているが、システム上はいくつかの課題があり、そのうちの一つとしてプラント負荷変化時の応答性の問題がある。すなわち燃料電池本体の負荷変化に対する応答はほとんど瞬時であるのに対し、改質器の応答は時間的な遅れがある

(4)

本発明の目的は、原料ガスを水蒸気改質して水素燃料ガスを生成する改質器と、改質器から得られる水素燃料ガスを燃料とする燃料電池を備えた燃料電池発電プラントにおいて、負荷変化要求に対するプラント負荷変化の迅速な追随性を保ちつつ、プラント熱効率の向上、改質器触媒の寿命延長を図ることのできる燃料電池発電プラントの制御方法及び装置を提供することにある。

〔発明の概要〕

従来の燃料電池発電プラントの制御方式では、補助燃料を常時使用し、又、アノード排ガスを外部へ捨てる為、プラント熱効率が低下し、又、アノード排ガス処理装置が必要であつた。

本発明は、アノード排ガスを改質器燃焼部入口より改質器燃料ガス出口、又は改質器原料ガス入口へバイパス再循環する系統を設けるか、あるいはアノード排ガスを改質器燃焼部入口よりガススターピン入口に設置した燃焼器へバイパスする系統を設け、改質器燃焼部又は改質部の温度を検出してアノード排ガスバイパス流量を制御することに

(6)

より、改質器燃焼部へ供給するアノード排ガス量を調整することによつて、プラント熱効率の向上、改質器触媒の寿命延長を図ることができる。

〔発明の実施例〕

以下、本発明の実施例を図面により説明する。

第1図は、本発明の第1の実施例を示す。

この第1の実施例の燃料電池発電プラントは、ガス精製部1と、改質器改質部2と改質器燃焼部3を有する改質器4と、アノード5と電解質6とカソード7を有する燃料電池8と、ガス／ガス熱交換器9と、気水分離器10と、圧縮機11、12、13と、タービン14と、給水ポンプ15と、排熱回収ボイラ16等を備えている。

ガス精製部1には、原料ガス17として約1.0～1.2 kg/cm² aに加圧された天然ガス等が供給される。天然ガス中の硫黄分は改質用触媒の活性低下の原因となる為、ガス精製部1で天然ガス中の硫黄分を除去した後、改質器改質部2へ原料ガス18が送られる。

一方、排熱回収ボイラ16で蒸気19が生成さ

(7)

ス熱交換器9にて熱交換して冷却され、気水分離器10へ送られる。気水分離器10でガス中の水分を分離されたアノード排ガスは圧縮機11で昇圧された後、ガス／ガス熱交換器9にて熱交換して加熱され、改質器燃焼部3へ送られる。

一方、燃料電池8のカソード排ガス26は、タービン14へ送られるが、一部分岐して圧縮機12より昇圧され、燃料電池8のカソード入口へ再循環される。タービン14へ送られたカソード排ガスは、タービン14で仕事をし、圧縮機13を駆動すると共に発電機27を駆動して電気出力を発生させる。

タービン14よりの排ガス28は、排熱回収ボイラ16にて熱回収され蒸気を発生した後、系外へ排出される。

改質器燃焼部3へ送られたアノード排ガス25はガス中に水素、一酸化炭素などの未反応の燃焼成分を含んでいる為、圧縮機13より供給される空気29にて触媒燃焼させ、改質器改質部2に熱回収している。

(9)

れ、改質器改質部2へ供給される。

改質器4では、改質器改質部2において改質器燃焼部3より供給される熱によつて原料ガス18と蒸気19が改質反応を起こし、メタンを主成分とするガスが、水素および一酸化炭素を主成分とするガスに改質される。

改質された水素および一酸化炭素を主成分とする燃料ガス20は燃料電池8のアノード5へ供給される。

燃料電池8は、燃料電池セルの積層体で構成され、各燃料電池セルは正極と負極とこれら両極の間に配置された電解質を有して構成されている。

燃料電池8のアノード5に供給された燃料ガス20は、圧縮機13より供給される空気21と改質器燃焼部3より供給される改質器排ガス22の混合ガス23と反応し、電気化学反応によつて直流電気出力を発生する。直流電気出力は、インバータ24にて、交流に変換され最終的な出力とされる。

燃料電池8のアノード排ガス25は、ガス／ガ

(8)

燃料電池プラント制御系統を説明する。

燃料電池プラント制御装置39は、入力としてプラント負荷要求信号53、燃料電池出力54、タービン出力55、原料ガス流量信号56等の信号を入力し、燃料流量、改質蒸気流量等の制御信号を出力し、プラントを制御する。燃料流量の制御は、流量制御弁41を介して行い、改質蒸気流量は、改質蒸気流量制御器51を介して改質蒸気流量調整弁44を制御することによつて行う。更に、インバータ24の制御を行う。この他に、改質器4の温度を負荷要求に応じて一定の温度に保つべく、改質器温度制御器38を制御することもできる。

更に詳述する。

負荷要求信号（例えば負荷増加）53を受けて、弁41により燃料流量20を変化（増加）させ、電池インバータ24に負荷増加信号を与えるとともに、流量計48による原料ガス流量計測信号により改質蒸気流量信号を与える。さらに、インバータ24からの電池出力54とタービン出力

(10)

5 5 を受けて燃料流量にフィードバックする。又、改質器温度設定を例えば負荷減少の場合には、温度上昇を見込んであらかじめ温度減少方向に信号を与えて、改質器の温度を一定に保つ様制御器 3 8 を介してフィードフォワード制御を行わせる。

流量計 4 5 は、補助燃料 5 2 の流量検出を行い、流量計 4 6 はアノード排ガスの流量検出を行い、流量計 4 7 は空気流量検出を行い、流量計 4 8 は原料ガス流量検出を行い、流量計 4 9 は改質蒸気流量検出を行う。

空気流量制御器 5 0 は流量計 4 5 , 4 6 , 4 7 の検出流量を取り込み、空気流量調整弁 4 3 の開度制御を行う。

改質器温度制御器 3 8 は、改質器燃焼部 3 の温度計 3 2 の検出温度、又はフィードフォワード制御信号を取り込み補助燃料流量調整弁 4 2 及びバイパス流量制御弁 3 1 の開度制御を行う。

改質器蒸気流量制御器 5 1 は制御装置 3 9 からの開度指令制御信号を受けて改質器蒸気流量調整

(11)

料電池本体の負荷応答性は負荷増加時と同様に極めて速いので、電池出力は減少するが、改質器燃焼部 3 へ供給されるアノード排ガス流量は制御の時間的遅れがある為、直ぐには減少しない。従つて、原料ガス流量が減少することにより改質器改質部 2 において原料ガスの改質に必要とする熱量は減少しているにもかかわらず、改質器燃焼部 3 において発生する熱量はあまり減少せず、改質器の温度は上昇する。

上記に示すような燃料電池発電プラントの負荷変化時における改質器 4 の制御の応答遅れに対して、負荷増加時については、改質器燃焼部 3 の熱量不足分を補助燃料 5 2 を供給することにより解決している。

一方、負荷減少時については、改質器燃焼部 3 の熱量が余剰となつてゐる為、改質器燃焼部 3 を冷却するか、あるいはアノード排ガスを一部改質器燃焼部 3 以外へ放出する必要がある。改質器燃焼部 3 を冷却すると、その冷却熱量はロスとなるのでプラント熱効率上好ましくない。又、アノード

(13)

弁 4 4 の開度制御を行う。

燃料電池発電プラントの負荷変化時における一般的な特性を以下に説明する。

燃料電池発電プラントの負荷増加時には、燃料電池プラント制御装置 3 9 に負荷増加の信号 5 3 がはいると共に、燃料ガス流量調整弁 4 1 に流量を増加させる信号がはいり、燃料ガス流量が増加する。燃料電池本体の負荷応答性は極めて速いので、電池出力は増加するが、改質器燃焼部 3 へ供給されるアノード排ガス流量は制御の時間的遅れがある為、すぐには増加しない。従つて、原料ガス流量が増加することにより改質器改質部 2 において原料ガスの改質に必要な熱量は増加するにもかかわらず、改質器燃焼部 3 において発生する熱量は、あまり増加せず、改質器 4 の温度は低下する。

また、燃料電池発電プラントの負荷減少時には、燃料電池制御装置 3 9 に負荷減少の信号 5 3 がはいると共に、燃料ガス流量調整弁 4 1 に流量をしづらす信号がはいり、燃料ガス流量が減少する。燃

(12)

ド排ガスの余剰分を系外へ排出する方法もプラント熱効率上好ましくなく、さらに大気中へアノード排ガスをそのまま排出できないので、アノード排ガスの処理装置が必要となり設備的にもコストがかかり好ましくない。

したがつて、アノード排ガスの余剰分はプラント系内において処理することがプラント熱効率・設備コストの点から要求される。

アノード排ガスの余剰分をプラント系内において処理する方法としては、改質器燃焼部 3 の入口にサージタンクを設置してアノード排ガス余剰分を吸収する方法があるが、アノードの圧力制御が厳しい為、容量の大きなサージタンクが必要となるので、コンパクト性を要求される燃料電池発電プラントには不向であり、設備的にもコストがかかる。

第 1 図に示す本発明の実施例においては、改質器燃焼部 3 入口から改質器燃料ガス出口へアノード排ガス 2 5 をバイパスする系統 3 0 と、アノード排ガスバイパス流量調整弁 3 1 を設け、改質器

(14)

燃焼部3へ供給するアノード排ガスの余剰分を燃料ガス側へ再循環させ、改質器4の温度を制御している。

第2図に、プラント負荷減少時のプラント負荷と各ガス流量及び改質器温度の関係を示す。横軸は時間、縦軸は負荷・流量及び温度を示し、33はプラント負荷、34はアノード排ガス流量、35は原料ガス流量、36はアノード排ガスバイパス流量、37は改質器の温度を示す。第1図の系統図を参照しながらプラント負荷減少時の制御方式を以下に説明する。

プラント負荷33を第2図に示すように変化させる場合、A～Bの通常運転時には第1図のアノード排ガスバイパス流量調整弁31は閉じており、アノード排ガスバイパス流量36は0である。BからDへ負荷を減少させるように、燃料ガスを負荷変化要求に合わせて減少させる。これに対し、アノード排ガス流量34の変化は第2図に示すように時間遅れがある為、改質器にはアノード排ガス要求量以上にアノード排ガスが供給され、改質

(15)

フォワード制御してもよい。

第3図に、プラント負荷急減時で、フィードフォワード制御する場合のプラント負荷と各ガス流量及び改質器温度の関係を示す。プラント負荷の減少開始と同時にアノード排ガスバイパス流量調整弁を開けるようプラント制御装置より信号を与える、アノード排ガスバイパス流量36を負荷変化率に応じてあらかじめ設定された流量で流す。又、同時に原料ガス流量35もプラント負荷に先行して減少させる。

改質器の温度差とバイパス量・バイパス弁開度の関係を述べる。

アノード排ガスバイパス量は、大きな負荷変化に対しては、負荷変化速度（例えば5分間に100%→25%）によつてあらかじめ設定してバイパス弁31の開度を決める。又、小さな負荷変化に対しては、改質器の温度を検出してバイパス弁31の開度を制御する。この場合はリニアに行う。

第4図には、温度偏差と弁開度との関係を示す。この図では、制御対象弁として、補助燃料制御弁

(17)

器の温度37は第2図に示されるように上昇する。この改質器の温度を第1図に示す温度計32で検出し、改質器設定温度との偏差により該偏差を零にする方向で温度制御器38から、アノード排ガスバイパス流量調整弁31へ信号を与え、改質器燃焼部3で必要とするアノード排ガス流量と、改質器燃焼部3へ供給されているアノード排ガス流量のアンバランス分をバイパス系統30を通して、燃料ガス20のラインへ再循環させる。アノード排ガスをバイパス再循環させる状態で、第2図に示す目標負荷のDまで運転し、Dからさらにある一定の時間後のEになると、プラント負荷とアノード排ガス量がマッチし、アノード排ガスバイパス流量は0になる。

又、負荷が急激に減少し改質器の設定温度と温度計32の偏差を検出してから、アノード排ガスバイパス流量調整弁31へ信号を与えていては、改質器温度制御の遅れが考えられる場合には、アノード排ガスバイパス流量調整弁31へプラント制御装置39より先行的に信号を与える、フィード

(16)

42とアノード排ガスバイパス流量制御弁31とした。実線が一般的な制御例、点線が改質器設定温度附近でオーバラップさせた制御例を示す。改質器設定温度に対して実際の計測温度が小さい場合（即ち温度偏差が正のとき）、弁42の開度は零、即ち閉じさせ、弁31をその偏差量に応じてリニアに開度制御する。一方、偏差が負のときには、弁31は閉じてバイパス系路の働きをやめさせ、代りに弁41を反比例する方向でリニアに開度制御する。

第5図は、本発明の第2の実施例を示す。

燃料電池発電プラントの負荷変化時の制御方式の基本概念は第1の実施例と同様であるが、アノード排ガスバイパス先を改質器の原料ガス入口としている。即ち、バイパス管路30、弁31を介してバイパスさせている。

第6図は本発明の第3の実施例を示す。

本実施例においては、アノード排ガスバイパス先をタービン14の入口に設置した燃焼器40としている。アノード排ガスのバイパスガスが燃料

ガス側へ再循環しないので、第1・第2の実施例に比べて制御性はさらに良くなる。

〔発明の効果〕

以上説明したように、本発明によれば、燃料電池発電プラントにおいて、負荷変化要求に対するプラント負荷変化の迅速な追随性を保ちつつ、プラント熱効率の向上、改質器触媒の寿命延長を図り、さらにアノード排ガス系外放出用処理装置を削減することができる。

図面の簡単な説明

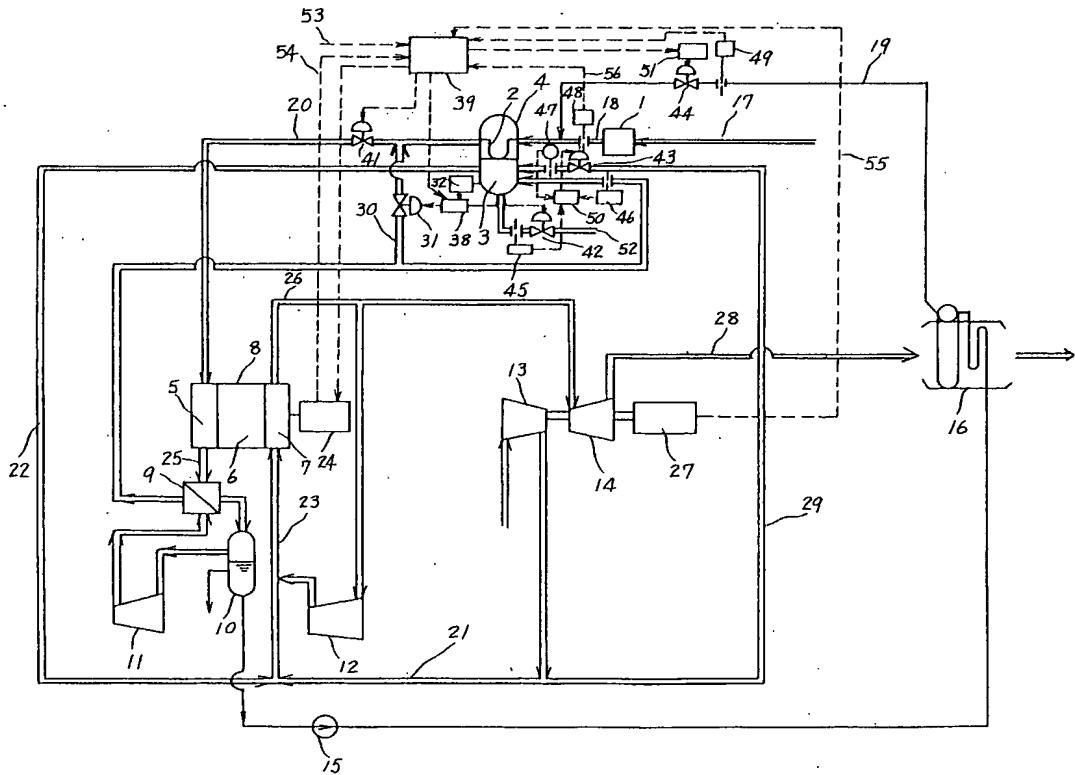
第1図、第5図と第6図は本発明の実施例の燃料電池発電プラントの系統図である。第2図と第3図は負荷変化時の燃料電池発電プラントの特性を示す図。第4図は温度偏差と弁開度との関係図である。

1…ガス精製部、2…改質器改質部、3…改質器燃焼部、4…改質器、5…アノード、6…電解質、7…カソード、8…燃料電池。

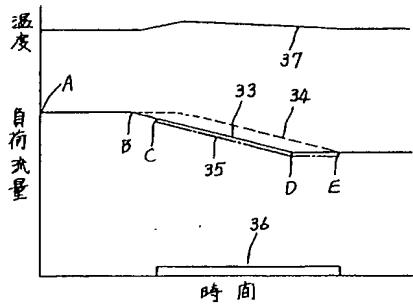
代理人 弁理士 秋本正実

(19)

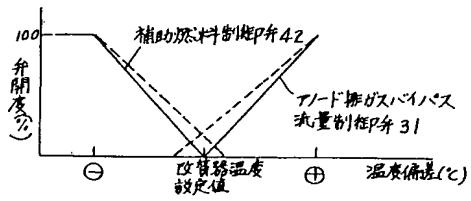
第1図



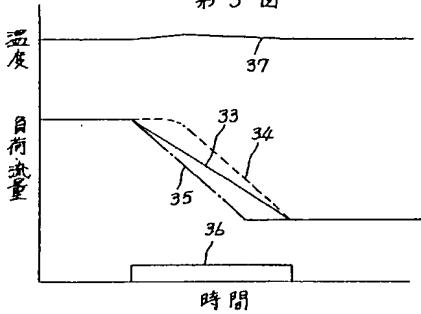
第2図



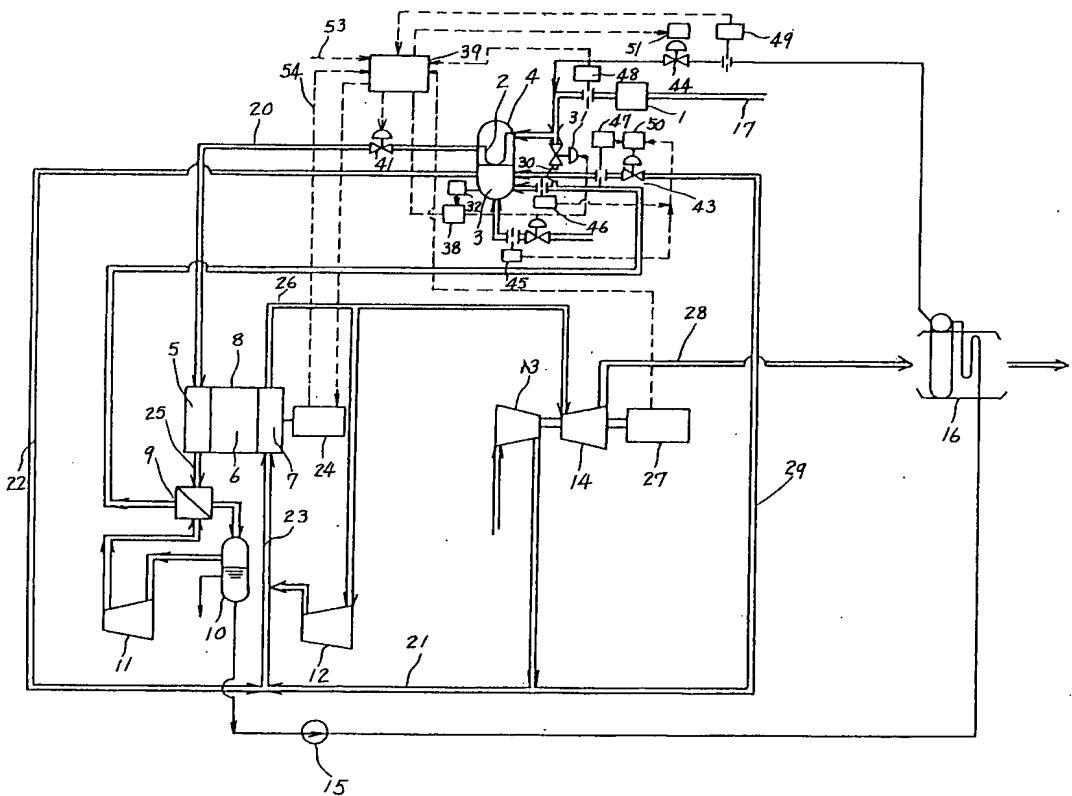
第4図



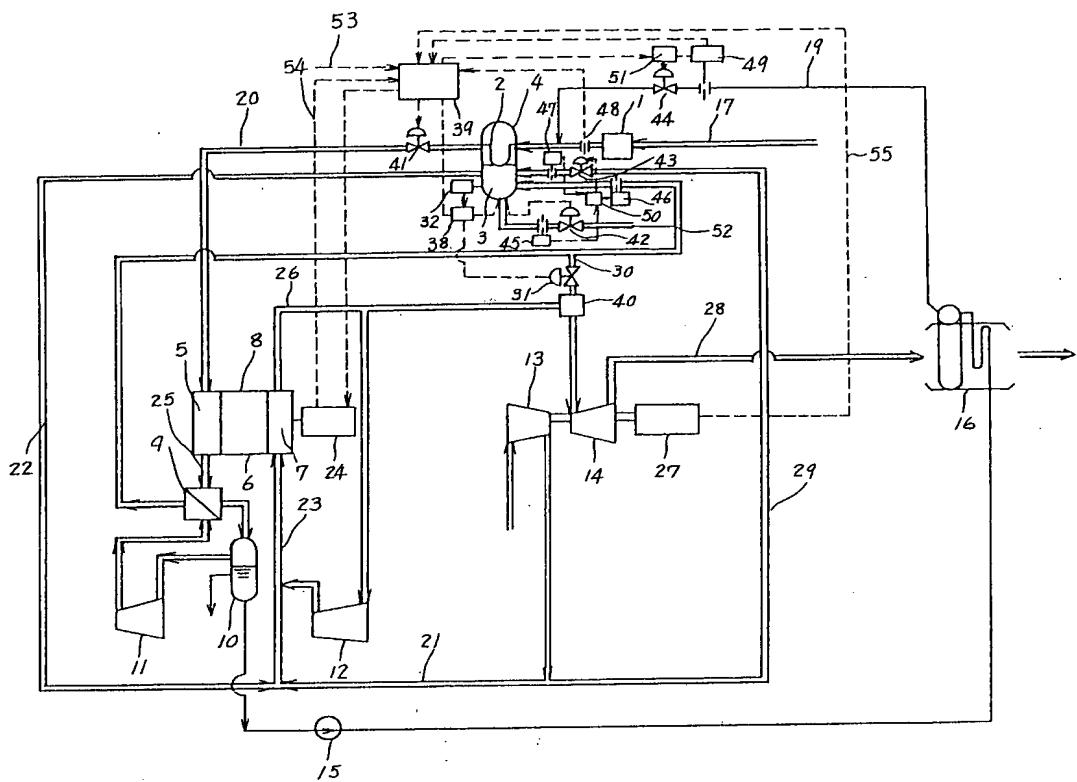
第3図



第5図



第 6 図



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- BLACK BORDERS**
- IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- FADED TEXT OR DRAWING**
- BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- SKEWED/SLANTED IMAGES**
- COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- GRAY SCALE DOCUMENTS**
- LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.